

10/589528

WFS Rec'd PCT/PTO 15 AUG 2006

Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen.

Gasturbinenschaufeln, insbesondere solche für Flugtriebwerke, werden in der Regel als Schmiedeteile angefertigt, wobei die Gasturbinenschaufeln im Bereich ihrer Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante ein Übermaß aufweisen. Sollen derartige Gasturbinenschaufeln zum Beispiel zur Herstellung eines integral beschaufelten Rotors, eines sogenannten Blisk (bladed disk) oder Bling (bladed ring), verwendet werden, so müssen die Gasturbinenschaufeln im Bereich ihrer Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante vor der Verbindung derselben mit dem Rotor zur Bereitstellung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante sowie der Strömungsaustrittskante bearbeitet werden.

Nach dem Stand der Technik erfolgt die Bearbeitung der Gasturbinenschaufeln zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante dadurch, dass die Gasturbinenschaufeln zum Abtragen des Materialüberschusses vorgefräst werden und anschließend ein manuelles Verrunden erfolgt, um strömungstechnische Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante zu gewährleisten. Das manuelle Verrunden ist zeitaufwendig, kostspielig und nicht reproduzierbar. Ein manuelles Verrunden von Gasturbinenschaufeln zur Bereitstellung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante ist demnach insgesamt von Nachteil.

Die DE 199 22 012 C1 betrifft ein Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen an integral beschaufelten Rotoren. Das dort beschriebene Verfahren kommt zum Einsatz, nachdem Gasturbinenschaufeln im Bereich ihrer Strömungseintrittskanten sowie Strömungsaustrittskanten manuell verrundet und mit dem Rotor stoffschlüssig zusammengefügten sind. Das Verfahren gemäß DE 199 22 012 C1 dient der Bearbeitung der an den Rotor gefügten Gasturbinenschaufeln im Bereich der Schaufelblätter, also im Bereich einer Saugseite sowie Druckseite derselben. Es dient hingegen nicht der Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante von Gasturbinenschaufeln vor dem stoffschlüssigen Zusammenfügen der Gasturbinenschaufeln mit einem Rotor.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen zu schaffen.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren zumindest die folgenden Schritte: a) Erzeugen eines Nominalfräsprgramms zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante für eine ideale Gasturbinenschaufel; b) Vermessen einer realen Gasturbinenschaufel im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante derselben; c) Erzeugen eines an die reale Gasturbinenschaufel angepassten Fräsprgramms zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante für die reale Gasturbinenschaufel, wobei im Schritt b) ermittelte Messwerte zur Anpassung bzw. Änderung des in Schritt a) erzeugten Nominalfräsprgramms in das Fräsprgramm für die reale Gasturbinenschaufel verwendet werden; d) Fertigen der strömungstechnischen Oberflächen an der realen Gasturbinenschaufeln im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante durch Fräsen unter Verwendung des in Schritt c) erzeugten Fräsprgramms, wobei in einem ersten Teilschritt durch Grobfräsen, insbesondere durch Schruppen, Material im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante abgetragen wird, und wobei in einem sich hieran anschließenden zweiten Teilschritt durch Feinfräsen, insbesondere durch Schlichten, die Strömungseintrittskante und/oder die Strömungsaustrittskante automatisch verrundet wird.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren vorgeschlagen, mithilfe dessen Gasturbinenschaufeln im Bereich ihrer Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante voll automatisiert bearbeitet werden können. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung erfolgt das Abtragen von Material im Bereich der Strömungseintrittskante und Strömungsaustrittskante sowie das Verrunden derselben voll automatisch durch Fräsen, sodass auf das nach dem Stand der Technik erforderliche, manuelle Verrunden von Hand verzichtet werden kann. Hierdurch wird der Zeitaufwand sowie Kostenaufwand bei der Herstellung strömungstechnischer Oberflächen an Gasturbinenschaufeln deutlich reduziert. Weiterhin lassen sich reproduzierbare Fertigungsergebnisse erzielen.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die reale Gasturbinenschaufel derart vermessen, dass im Bereich der Strömungseintrittskante und im Bereich der Strömungsaustrittskante an einer Saugseite und an einer Druckseite der Gasturbinenschaufel jeweils eine Messpunktreihe ermittelt wird, wobei jede dieser vier Messpunktreihen aus mehreren über die Höhe bzw. Länge der Strömungseintrittskante bzw. der Strömungsaustrittskante verteilten Messpunkten gebildet ist. Die im Bereich der Saugseite ermittelten Messpunktreihen werden zur Änderung der die Strömungseintrittskante und die Strömungsaustrittskante betreffenden Nominalfräsbahnen im Bereich der Saugseite derart verwendet, dass jeder Nominalbahnpunkt dieser Nominalfräsbahnen, für den ein entsprechender Messpunkt vorliegt, um den Betrag der Abweichung zwischen der idealen Gasturbinenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel im Bereich der Saugseite verschoben wird. Für Nominalbahnpunkte dieser Nominalfräsbahnen, für die kein entsprechender Messpunkt vorliegt, wird eine Interpolation durchgeführt. Für die Druckseite wird analog vorgegangen. Für zwischen den Nominalfräsbahnen der Saugseite und den Nominalfräsbahnen der Druckseite vorliegende Nominalfräsbahnen wird zur Anpassung derselben an die reale Gasturbinenschaufel ebenfalls eine Interpolation durchgeführt.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem schematisierten Querschnittsprofil einer Gasturbinenschaufel im Bereich einer Strömungseintrittskante der Gasturbinenschaufel.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 in größerem Detail beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Gasturbinenschaufel 10 im Querschnitt. So ist in Fig. 1 eine Druckseite 11 sowie eine Saugseite 12 der Gasturbinenschaufel 10 sowie eine Strömungseintrittskante 13 derselben gezeigt, welche einen Übergang zwischen der Druckseite 11 sowie der Saugseite 12 der Gasturbinenschaufeln 10 bereitstellt. Eine am gegenüberliegenden Ende der Gasturbinenschaufel 10 vorhandene Strömungsaustrittskante, die ebenfalls einen Übergang zwischen der Druckseite 11 und der Saugseite 12 bereitstellt, ist in Fig. 1 nicht dargestellt.

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, verfügt die vorzugsweise als Schmiedeteil ausgebildete Gasturbinenschaufel 10 im Bereich ihrer Strömungseintrittskante 13 im Rohzustand über ein Übermaß 14. Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen an Gasturbinenschaufeln im Bereich ihrer Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante vorzuschlagen, mithilfe dessen einerseits das Übermaß 14 automatisiert entfernt wird und mithilfe dessen andererseits nach dem Entfernen des Übermaßes 14 ein automatisches Verrunden der Gasturbinenschaufel 10 im Bereich der Strömungseintrittskante sowie Strömungsaustrittskante erfolgt, um so voll automatisch ohne manuelle Bearbeitung angepasste, strömungstechnische Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante sowie der Strömungsaustrittskante zu fertigen.

Im Sinne des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem ersten Schritt ein Nominalfräspogramm zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich einer Strömungseintrittskante sowie einer Strömungsaustrittskante für eine ideale Gasturbinenschaufel erzeugt. Das Nominalfräspogramm umfasst sowohl im Bereich der Strömungseintrittskante als auch im Bereich der Strömungsaustrittskante für die ideale Gasturbinenschaufel mehrere Nominalfräsbahnen. So liegen sowohl im Bereich der Strömungseintrittskante als auch im Bereich der Strömungsaustrittskante jeweils eine Nominalfräsbahn im Bereich der Saugseite, jeweils eine Nominalfräsbahn im Bereich der Druckseite, sowie vorzugsweise mehrere zwischen diesen beiden Nominalfräsbahnen geschaltete Nominalfräsbahnen für den Übergangsbereich zwischen der Saugseite und der Druckseite vor. Jede dieser Nominalfräsbahnen für die ideale Gasturbinenschaufel umfasst mehrere Nominalbahnpunkte.

Um nun dieses Nominalfräspogramm für die ideale Gasturbinenschaufel an eine reale Gasturbinenschaufel anzupassen, wird in einem zweiten Schritt eine reale, im Bereich der Strömungseintrittskante sowie der Strömungsaustrittskante zu bearbeitende Gasturbinenschaufel vermessen. Die reale Gasturbinenschaufel wird dabei derart vermessen, dass sowohl im Bereich der Strömungseintrittskante als auch im Bereich der Strömungsaustrittskante an der Saugseite sowie an der Druckseite der Gasturbinenschaufel jeweils eine Messpunktreihe ermittelt wird. Demzufolge werden demnach insgesamt vier Messpunktreihen ermittelt. Eine Messpunktreihe für die Strömungseintrittskante im Bereich der Druckseite, eine Messpunktreihe für die Strömungseintrittskante im Bereich der Saugseite, eine Messpunktreihe für die Strömungsaustrittskante im Bereich der Druckseite sowie eine weitere Messpunktreihe für die Strömungsaustrittskante im Bereich der

Saugseite. Jede dieser vier Messpunktreihe verfügt über eine Vielzahl von Messpunkten, die über die Höhe bzw. Länge der Strömungseintrittskante sowie der Strömungsaustrittskante verteilt sind. Die bei der Vermessung der realen Gasturbinenschaufel ermittelten Messpunktreihe werden in einem dritten Schritt zur Anpassung des Nominalfräsprgramms an die reale Gasturbinenschaufel und damit zur Ermittlung eines Fräsprgramms für die Gasturbinenschaufel verwendet.

Nach dem Vermessen der realen Gasturbinenschaufeln wird demnach ein an die reale Gasturbinenschaufel angepasstes Fräsprgramm zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante sowie der Strömungsaustrittskante der realen Gasturbinenschaufel erzeugt, wobei die bei der Vermessung der realen Gasturbinenschaufel ermittelten Messwerte bzw. Messpunktreihe zur Änderung des für die ideale Gasturbinenschaufel erzeugten Nominalfräsprgramms verwendet werden. Hierzu werden demnach einerseits das Nominalfräsprgramm und andererseits die bei der Vermessung der realen Gasturbinenschaufel ermittelten Messwerte derart miteinander verrechnet, dass als Ergebnis ein Fräsprgramm für die reale Gasturbinenschaufel vorliegt.

Zur Vereinfachung der Darstellung des erfundungsgemäßen Verfahrens soll nachfolgend davon ausgegangen werden, dass zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der in Fig. 1 dargestellten Strömungseintrittskante 13 der realen Gasturbinenschaufel 10 ein Fräsprgramm mit insgesamt fünf Fräsbahnen ermittelt wird, nämlich mit einer Fräsbahn 15 im Bereich der Druckseite 11, mit einer Fräsbahn 16 im Bereich der Saugseite 12 sowie mit insgesamt drei zwischen diesen beiden Fräsbahnen 15 und 16 geschalteten Fräsbahnen 17 für den Übergang zwischen der Druckseite 11 und der Saugseite 12. Diese fünf Fräsbahnen 15, 16 und 17 werden, wie bereits oben dargestellt, einerseits aus den entsprechenden Nominalfräsbahnen der idealen Gasturbinenschaufel sowie aus zwei Messpunktreihe erzeugt, die sich aus einer Vermessung der realen Gasturbinenschaufel an der Strömungseintrittskante 13 im Bereich der Saugseite 12 sowie der Druckseite 11 ergeben.

Zur Ermittlung der Fräsbahn 15 im Bereich der Druckseite 11 der realen Gasturbinenschaufel 10 wird nun im Sinne der Erfindung die korrespondierende Nominalfräsbahn der idealen Gasturbinenschaufel mit der im Bereich der Strömungseintrittskante 13 an der Druckseite 11 ermittelten Messpunktreihe verrechnet. Hierzu wird für jeden vorhandenen Messpunkt eine Abweichung zwischen der idealen Gasturbinenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel ermittelt. So dann wird für jeden Nominalbahnpunkt der

korrespondierenden Nominalfräsbahn, für welchen ein entsprechender Messpunkt vorliegt, der Nominalbahnpunkt um den Betrag der Abweichung zwischen der idealen Gasturbinenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel verschoben. Für Nominalbahnpunkte, für welche kein entsprechender Messpunkt vorliegt, erfolgt eine Interpolation, nämlich eine Spline-Interpolation, zwischen den Nominalbahnpunkten, für die entsprechende Messwerte vorliegen. Auf diese Art und Weise wird demnach die Fräsbahn 15 für die Strömungseintrittskante 13 im Bereich der Druckseite 11 ermittelt.

Entsprechend wird bei der Ermittlung der Fräsbahn 16 im Bereich der Saugseite 12 vorgegangen. Auch für diese Fräsbahn 16 wird eine korrespondierende Nominalfräsbahn mit der Messpunktreihe für die Strömungseintrittskante 13 im Bereich der Saugseite 12 verrechnet. Die im Bereich der Saugseite 12 ermittelte Messpunktreihe der Strömungseintrittskante 13 wird dabei derart zur Änderung der jeweiligen Nominalfräsbahn verwendet, dass jeder Nominalbahnpunkt der jeweiligen Nominalfräsbahn, für den ein entsprechender Messpunkt vorliegt, um den Bereich der Abweichung zwischen der idealen Gasturbinenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel im Bereich der Saugseite 12 verschoben wird. Für Nominalbahnpunkte der jeweiligen Nominalfräsbahn, für die kein entsprechender Messpunkt vorliegt, wird wiederum eine Spline-Interpolation durchgeführt. Auf diese Art und Weise wird demnach die Fräsbahn 16 für die Strömungseintrittskante 13 im Bereich der Saugseite 12 erzeugt.

Wie bereits oben erwähnt, sind zur Fertigung der Strömungseintrittskante 13 im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 insgesamt fünf Fräsbahnen 15, 16 und 17 erforderlich, wobei jedoch lediglich für die Fräsbahnen 15 und 16 im Bereich der Druckseite 11 bzw. Saugseite 12 Messpunktreihen vorliegen. Für die Nominalfräsbahnen, die den Übergangsbereich zwischen der Druckseite 11 und der Saugseite 12 betreffen, liegen keine derartigen Messpunktreihen vor. Daher werden zur Ermittlung der Fräsbahnen 17 der realen Gasturbinenschaufel, die der Fertigung der Oberflächen im Übergangsbereich zwischen Druckseite 11 und Saugseite 12 dienen, Interpolationen zwischen den Messpunktreihen im Bereich der Druckseite 11 sowie Saugseite 12 durchgeführt. Auch hierbei handelt es sich um Spline-Interpolationen.

Die auf die obige Art und Weise aus den Nominalfräsbahnen der idealen Gasturbinenschaufel und den Messpunktreihen der realen Gasturbinenschaufel ermittelten Fräsbahnen für die reale Gasturbinenschaufel bilden ein Fräsprogramm, wobei unter Verwendung dieses Fräsprogramms in einem vier-

ten Schritt die strömungstechnischen Oberflächen an der realen Gasturbinenschaufel gefertigt werden.

In einem ersten Teilschritt erfolgt dabei durch Grobfräsen das Entfernen des Übermaßes 14; in einem nachgeschalteten, zweiten Teilschritt erfolgt durch Feinfräsen das automatische Verrunden der Strömungseintrittskante 13 zur Bereitstellung der strömungstechnischen Oberfläche. Das Grobfräsen wird auch als Schruppen, das Feinfräsen wird auch als Schlichten bezeichnet. Die oben beschriebene Ermittlung der Fräsbahnen für die reale Gasturbinenschaufel betrifft die Fräsbahnen für das Feinfräsen, also für das automatische Verrunden der Gasturbinenschaufeln im Bereich der Strömungseintrittskanten sowie Strömungsaustrittskanten.

Im Anschluss an die obige Herstellung bzw. Fertigung der angepassten, strömungstechnischen Oberflächen können die Gasturbinenschaufeln durch lineares Reibschweißen an einen Rotor gefügt werden. Auch ist es möglich die Oberflächen der Gasturbinenschaufeln zum Beispiel durch chemisch unterstütztes Gleitschleifen einer Nachbearbeitung zu unterziehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen an Gasturbinenschaufeln im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante einer Gasturbinenschaufel, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 - a) Erzeugen eines Nominalfräsprgramms zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante für eine ideale Gasturbinenschaufel;
 - b) Vermessen einer realen Gasturbinenschaufel im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante;
 - c) Erzeugen eines an die reale Gasturbinenschaufel angepassten Fräsprgramms zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante für die reale Gasturbinenschaufel, wobei im Schritt b) ermittelte Messwerte zur Anpassung des in Schritt a) erzeugten Nominalfräsprgramms in das Fräsprgramm für die reale Gasturbinenschaufel verwendet werden;
 - d) Fertigen der strömungstechnischen Oberflächen an der realen Gasturbinenschaufel im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante durch Fräsen unter Verwendung des in Schritt c) erzeugten Fräsprgramms, wobei in einem ersten Teilschritt durch Grobfräsen, insbesondere durch Schruppen, Material im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante abgetragen wird, und wobei in einem sich hieran anschließenden zweiten Teilschritt durch Feinfräsen, insbesondere durch Schlichten, die Strömungseintrittskante und/oder die Strömungsaustrittskante automatisch verrundet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Schritt b) die reale Gasturbinenschaufel derart vermessen wird, dass im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder im Bereich der Strömungsaustrittskante an einer Saugseite und an einer Druckseite der Gasturbinenschaufel jeweils eine Messpunktreihe ermittelt wird, wobei jede Messpunktreihe aus mehreren über die Höhe bzw. die Länge der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante verteilten Messpunkten gebildet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Schritt c) für jeden Messpunkt eine Abweichung zwischen der idealen Gasturbinenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel ermittelt wird, wobei diese Abweichungen verwendet werden, um das Nominalfrässtrogramm in das Frässtrogramm für die reale Gasturbinenschaufel abzuändern.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Nominalfrässtrogramm für den Bereich der Strömungseintrittskante und/oder den Bereich der Strömungsaustrittskante mehrere Nominalfräsbahnen umfasst, nämlich jeweils eine Nominalfräsbahn im Bereich der Saugseite, jeweils eine Nominalfräsbahn im Bereich der Druckseite und jeweils mindestens eine zwischen diesen beiden Nominalfräsbahnen geschaltete Nominalfräsbahn für einen Übergangsbereich zwischen der Saugseite und der Druckseite, wobei jede der Nominalfräsbahnen mehrere Nominalbahnpunkte umfasst.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die oder jede im Bereich der Saugseite ermittelte Messpunktreihe zur Änderung der jeweiligen Nominalfräsbahn im Bereich der Saugseite derart verwendet wird, dass jeder Nominalbahnpunkt der jeweiligen Nominalfräsbahn, für den ein entsprechender Messpunkt vorliegt, um den Betrag der Abweichung zwischen der idealen Gasturbinenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel im Bereich der Saugseite verschoben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass für Nominalbahnpunkte der jeweiligen Nominalfräsbahn, für die kein entsprechender Messpunkt vorliegt, eine Interpolation durchgeführt wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die oder jede im Bereich der Druckseite ermittelte Messpunktreihe zur Änderung der jeweiligen Nominalfräsbahn im Bereich der Druckseite derart verwendet wird, dass jeder Nominalbahnpunkt der jeweiligen Nominalfräsbahn, für den ein entsprechender Messpunkt vorliegt, um den Betrag der Abweichung zwischen der idealen Gasturbinenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel im Bereich der Druckseite verschoben wird.

binenschaufel und der realen Gasturbinenschaufel im Bereich der Druckseite verschoben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass für Nominalbahnpunkte die jeweiligen Nominalfräsbahn, für die kein entsprechender Messpunkt vorliegt, eine Interpolation durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass für die oder jede zwischen der jeweiligen Nominalfräsbahn der Saugseite und der jeweiligen Nominalfräsbahn der Druckseite vorliegende Nominalfräsbahn zur Anpassung derselben an die reale Gasturbinenschaufel eine Interpolation durchgeführt wird.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Fertigung strömungstechnischer und stetiger Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante Spline-Interpolationen durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fertigung angepasster, strömungstechnischer Oberflächen im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante einer Gasturbinenschaufel.

Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte: a) Erzeugen eines Nominalfräaprogramms zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante für eine ideale Gasturbinenschaufel; b) Vermessen einer realen Gasturbinenschaufel im Bereich einer Strömungseintrittskante und/oder einer Strömungsaustrittskante derselben; c) Erzeugen eines an die reale Gasturbinenschaufel angepassten Fräaprogramms zur Fertigung strömungstechnischer Oberflächen im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante für die reale Gasturbinenschaufel, wobei im Schritt b) ermittelte Messwerte zur Anpassung des in Schritt a) erzeugten Nominalfräaprogramms in das Fräaprogramm für die reale Gasturbinenschaufel verwendet werden; d) Fertigen der strömungstechnischen Oberflächen an der realen Gasturbinenschaufeln im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante durch Fräsen unter Verwendung des in Schritt c) erzeugten Fräaprogramms, wobei in einem ersten Teilschritt durch Grobfräsen, insbesondere durch Schruppen, Material im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der Strömungsaustrittskante abgetragen wird, und wobei in einem sich hieran anschließenden zweiten Teilschritt durch Feinfräsen, insbesondere durch Schlichten, die Strömungseintrittskante und/oder die Strömungsaustrittskante automatisch verrundet werden.

(Fig. 1)